

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pupuk Hayati

Pupuk hayati adalah nama kolektif untuk semua kelompok fungsional mikroba tanah yang dapat berfungsi sebagai penyedia hara dalam tanah, sehingga dapat tersedia bagi tanaman. Pemakaian istilah ini relatif baru dibandingkan dengan saat penggunaan salah satu jenis pupuk hayati komersial pertama di dunia yaitu inokulan *Rhizobium* yang sudah lebih dari 100 tahun yang lalu (Simanungkalit *et al.*, 2006).

Pupuk hayati bisa dibedakan menjadi pupuk hayati tunggal yang terdiri dari satu jenis mikroba ataupun pupuk hayati majemuk yang terdiri dari beberapa jenis bakteri. Berdasarkan fungsinya, pupuk hayati dapat dibedakan sebagai berikut :

a. Pupuk hayati penambat nitrogen.

Pupuk hayati penambat nitrogen mengandung mikroba yang mampu mengikat senyawa nitrogen dari udara, kemudian dengan proses biologi di dalam tanah senyawa nitrogen tersebut dapat digunakan oleh tanaman. Ada yang bersimbiosis dengan tanamannya seperti bakteri *Rhizobium*, dan ada yang non-simbiosis seperti beberapa jenis bakteri *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum* dan *Bacillus megaterium* (Suwahyono, 2011).

b. Pupuk hayati peluruh fosfat.

Pupuk hayati peluruh fosfat mengandung mikroba yang mampu meluruhkan unsur fosfat yang terikat di dalam tanah sebagai senyawa organik atau batuan mineral. Agar dapat diserap oleh tanaman, mekanisme peluruhannya berbeda-beda. Seperti halnya mikrobia penambat nitrogen, untuk mikroba peluruh fosfat juga ada yang sifatnya simbiosis dan non-simbiosis. Pada prinsipnya, mikroba tersebut akan

mengeluarkan senyawa asam organik dan melepas ikatan fosfat sehingga dapat diserap oleh tanaman. Dilaporkan bahwa inokulan mikroba dapat menyumbangkan sekitar 20-25% kebutuhan fosfat bagi tanaman. Ada beberapa jenis fungi seperti mikoriza yang bersimbiosis dengan akar tanaman dan bakteri, seperti: *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas striata*, *Aspergillus awamori* dan *Penicillium digitatum* yang diidentifikasi mampu melarutkan bentuk P tak larut menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman (Sutanto, 2002).

c. Pupuk hayati peluruh bahan organik.

Pupuk hayati peluruh bahan organik, mengandung mikroba yang mampu memecah senyawa organik kompleks di dalam tanah menjadi senyawa yang lebih sederhana atau membentuk senyawa lain. Pada umumnya, mikroba peluruh bahan organik ada karena proses biologi yang sinergi, yaitu proses fermentasi, pembusukan, dan sintesis. Fungsi lain dari pupuk hayati peluruh bahan organik adalah sebagai pembenah tanah, merubah kondisi fisik tanah, menjadikan tanah sebagai agregat yang stabil, meningkatkan permeabilitas dan tingkat aerasi tanah, serta meningkatkan kandungan biokimia tanah yang kaya akan senyawa nutrisi anorganik, asam amino, karbohidrat, vitamin, dan bahan bioaktif lainnya yang secara langsung atau tidak langsung dapat memacu pertumbuhan tanaman serta meningkatkan hasil dan kualitas panen. Contoh mikroba yang berperan dalam penguraian bahan organik tanah adalah *Lactobacillus* sp, *Cellulomonas* sp dan *Bacillus* sp (Suwahyono, 2011).

d. Pupuk hayati pemacu pertumbuhan dan pengendali penyakit.

Pupuk hayati pemacu pertumbuhan dan pengendali hayati mengandung mikroba yang mampu menstimulasi pertumbuhan dan melindungi sistem perakaran tanaman serta meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit *Lactobacillus sp* bersama bakteri kelompok *Bacillus sp* (bakteri selulolitik) menghasilkan zat antibiotik. Karenanya bakteri ini dapat membantu tanaman dalam menangkal atau bertahan dari serangan patogen-patogen tanaman. Selain itu *Pseudomonas fluorescens* menghasilkan antibiotika yang dapat menghambat pertumbuhan patogen, terutama patogen tular tanah dan mempunyai kemampuan mengkoloni akar tanaman (Sutanto, 2002).

2.2 Sawi (*Brassica juncea* L.)

Secara umum, Klasifikasi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta
 Kelas : Angiospermae
 Sub-kelas : Dicotyledonae
 Ordo : Papavorales
 Famili : Brassicaceae
 Genus : Brassica
 Spesies : *Brassica juncea* L.

Sawi (*Brassica juncea* L.) masih satu famili dengan kubis-krop, kubis bunga, broccoli dan lobak atau rades, yakni famili cruciferae (brassicaceae) oleh karena itu sifat morfologis tanamannya hampir sama, terutama pada sistem perakaran, struktur batang, bunga, buah (polong) maupun bijinya. Sawi termasuk ke dalam kelompok

tanaman sayuran daun yang mengandung zat-zat gizi lengkap yang memenuhi syarat untuk kebutuhan gizi masyarakat. Sawi hijau bisa dikonsumsi dalam bentuk mentah sebagai lalapan maupun dalam bentuk olahan dalam berbagai macam masakan. Selain itu berguna untuk pengobatan (terapi) berbagai macam penyakit (Cahyono, 2003).

Sistem perakaran sawi memiliki akar tunggang (*radix primaria*) dan cabang-cabang akar yang bentuknya bulat panjang (silindris) menyebar kesemua arah dengan kedalaman antara 30-50 cm. Akar-akar ini berfungsi antara lain mengisap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman (Heru dan Yovita, 2003).

Batang sawi pendek sekali dan beruas-ruas sehingga hampir tidak kelihatan. Batang ini berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang daun (Rukmana, 2002). Sawi berdaun lonjong, halus, tidak berbulu dan tidak berkrop. Pada umumnya pola pertumbuhan daunnya berserak (roset) hingga sukar membentuk krop (Sunarjono, 2004).

Sawi umumnya mudah berbunga dan berbiji secara alami baik di dataran tinggi maupun di dataran rendah. Struktur bunga sawi tersusun dalam tangkai bunga (*inflorescentia*) yang tumbuh memanjang (tinggi) dan bercabang banyak. Tiap kuntum bunga sawi terdiri atas empat helai daun kelopak, empat helai daun mahkota bunga berwarna kuning cerah, empat helai benang sari dan satu buah putik yang berongga dua (Rukmana, 2002).

2.2.1 Syarat Tumbuh Tanaman Sawi

a. Tanah

Tanah yang cocok untuk ditanami sawi adalah tanah yang subur, gembur dan banyak mengandung bahan organik (humus), tidak menggenang (becek), tata aerasi dalam tanah berjalan dengan baik. Derajat kemasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhannya adalah antara pH 6 sampai pH 7 (Haryanto dkk, 2006). Kemasaman tanah sangat berpengaruh terhadap ketersediaan hara didalam tanah, aktifitas kehidupan jasad renik tanah dan reaksi pupuk yang diberikan ke dalam tanah. Penambahan pupuk ke dalam tanah secara langsung akan mempengaruhi sifat kemasamannya, karena dapat menimbulkan reaksi masam, netral ataupun basa, yang secara langsung ataupun tidak dapat mempengaruhi ketersediaan hara makro atau hara mikro. Ketersediaan unsur hara mikro lebih tinggi pada pH rendah. Semakin tinggi pH tanah ketersediaan hara mikro semakin kecil (Hasibuan, 2010).

Pada pH tanah yang rendah akan menyebabkan terjadinya gangguan pada penyerapan hara oleh tanaman sehingga secara menyeluruh tanaman akan terganggu pertumbuhannya. Di samping itu, kondisi tanah yang masam (kurang dari 5,5), menyebabkan beberapa unsur hara, seperti magnesium, boron (B), dan molbdenium (Mo), menjadi tidak tersedia dan beberapa unsur hara, seperti besi (Fe), alumunium (Al), dan mangan (Mn) dapat menjadi racun bagi tanaman. Sehingga dengan demikian bila sawi ditanam dengan kondisi yang terlalu masam, tanaman akan menderita penyakit klorosis dengan menunjukkan gejala daun berbintik-bintik kuning dan urat-urat daun berwarna perunggu dan daun berukuran kecil dan bagian tepi daun berkerut (Cahyono, 2003).

Sawi dapat ditanam pada berbagai jenis tanah, namun untuk pertumbuhan yang paling baik adalah jenis tanah lempung berpasir seperti tanah andosol. Pada tanah-tanah yang mengandung liat perlu pengolahan lahan secara sempurna antara lain pengolahan tanah yang cukup (Suhardi, 1990).

Pemberian pupuk organik sangat baik untuk penyiapan tanah. Sebagai contoh pemberian pupuk kandang yang baik yaitu 10 ton/ha. Pupuk kandang diberikan saat pengemburan agar cepat merata dan bercampur dengan tanah yang akan kita gunakan. Bila daerah yang mempunyai pH terlalu rendah (asam) sebaiknya dilakukan pengapuran. Pengapuran ini bertujuan untuk menaikkan derajat keasam tanah, pengapuran ini dilakukan jauh-jauh sebelum penanaman benih, yaitu kira-kira 2 sampai 4 minggu sebelumnya. Sehingga waktu yang baik dalam melakukan pengemburan tanah yaitu 2 – 4 minggu sebelum lahan hendak ditanam. Jenis kapur yang digunakan adalah kapur kalsit (CaCO_3) atau dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)

b. Iklim

Curah hujan yang cukup sepanjang tahun dapat mendukung kelangsungan hidup tanaman karena ketersediaan air tanah yang mencukupi. Sawi hijau tergolong tanaman yang tahan terhadap curah hujan, sehingga penanaman pada musim hujan masih bisa memberikan hasil yang cukup baik. Curah hujan yang sesuai untuk pembudidayaan sawi hijau adalah 1000-1500 mm/tahun. Akan tetapi sawi yang tidak tahan terhadap air yang menggenang. (Cahyono, 2003)

Sawi pada umumnya banyak ditanam di dataran rendah. Tanaman ini selain tahan terhadap suhu panas (tinggi) juga mudah berbunga dan menghasilkan biji secara alami pada kondisi iklim tropis Indonesia (Haryanto dkk, 2002).

Kelembapan udara yang sesuai untuk pertumbuhan sawi hijau yang optimal berkisar antara 80%-90%. Kelembapan udara yang tinggi lebih dari 90 % berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan tanaman. Kelembapan yang tinggi tidak sesuai dengan yang dikehendaki tanaman, menyebabkan mulut daun (stomata) tertutup sehingga penyerapan gas karbondioksida (CO₂) terganggu. Dengan demikian kadar gas CO₂ tidak dapat masuk kedalam daun, sehingga kadar gas CO₂ yang diperlukan tanaman untuk fotosintesis tidak memadai. Akhirnya proses fotosintesis tidak berjalan dengan baik sehingga semua proses pertumbuhan pada tanaman menurun. (Cahyono, 2003).

2.3 Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill)

Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) merupakan tanaman semusim yang secara lengkap diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Subdivisi : Angiospermae
 Kelas : Dicotyledoneae
 Ordo : Tubiflorae
 Famili : Solanaceae
 Genus : *Lycopersicum*
 Spesies : *Lycopersicum esculentum* Mill.

Morfologi fisik tanaman tomat bisa dibedakan menjadi beberapa bagian, akar, batang, bunga, buah, dan biji. Tomat memiliki akar tunggang yang bisa tumbuh menembus tanah serta akar serabut yang dapat tumbuh menyebar ke segala arah.

Batang berwarna hijau dengan bentuk persegi empat hingga bulat. Tanaman muda memiliki tekstur batang yang lunak, setelah tanaman tua batang menjadi keras dan tinggi tanaman dapat mencapai 2-3 meter. Permukaan batang berbulu dan terdapat rambut kelenjar yang mampu mengeluarkan bau khas. Daun tomat berbentuk oval dengan panjang 20-30 cm. Tepi daun bergerigi dan membentuk celah-celah yang menyirip. Umumnya, daun tomat tumbuh di dekat ujung dahan atau cabang, memiliki warna hijau, dan berbulu.

Bunga tomat tergolong hermaphrodite sehingga tanaman tomat bisa melakukan penyerbukan sendiri. Ukuran bunga relatif kecil dengan diameter sekitar 2 cm berwarna kuning dan tersusun dalam satu rangkaian dengan jumlah 5-10 bunga setiap dompolan. Dalam satu kuntum bunga terdapat 5-6 helai mahkota yang berukuran sekitar 1 cm.

Buah tomat memiliki bentuk yang bervariasi, mulai bulat lonjong, bulat halus, bulat beralur. Bagian dalam buah memiliki ruang-ruang yang dipenuhi biji. Jumlah ruang bervariasi, idealnya buah memiliki tiga ruang.

Biji tomat berbentuk pipih, berbulu, dan berwarna putih, putih kekuningan, atau coklat muda dengan panjang 3-5 mm dan lebar 2-4 mm. Biji saling melekat dan diselimuti daging buah dan tersusun berkelompok dengan dibatasi daging buah. Jumlah biji setiap buah bervariasi, maksimum 200 biji per buah (Agromedia, 2007).

2.3.1 Syarat Tumbuh Tanaman Tomat

Tanaman tomat dapat tumbuh pada kondisi lingkungan yang beragam. Untuk memperoleh hasil yang optimal, tomat membutuhkan kondisi lingkungan yang baik. Ketersediaan cahaya, air, dan unsur hara memadai. Pengairan yang berlebihan

dapat menyebabkan kelembapan tanah menjadi tinggi sehingga timbul berbagai macam penyakit (Agromedia, 2007).

Curah hujan yang optimal untuk pertumbuhan tomat adalah 100-220 mm/hujan dengan temperatur harian yang idealnya, yaitu 25-30°C. Angin yang sangat kencang dan musim hujan yang berkepanjangan merupakan kondisi lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan tomat karena dapat menyebabkan ranting dan dahan mudah patah. Untuk proses pembungaan, tomat membutuhkan temperatur malam hari sekitar 15-20°C (Agromedia, 2007).

Tanaman tomat membutuhkan tanah yang gembur, berpasir, subur, dan banyak mengandung humus. Untuk mendapatkan hasil yang baik, tomat memerlukan tanah dengan derajat keasaman (pH tanah) 5,5 - 6,5. Untuk tanah yang ber-pH rendah (asam), diperlukan tambahan kapur dolomit (CaCO_3). Kapur tersebut diberikan pada saat 3-4 minggu sebelum tanam dengan cara disebar merata di atas media tanam (Agromedia, 2007).

Tanaman tomat pada fase vegetatif memerlukan curah hujan yang cukup. Sebaliknya, pada fase generatif memerlukan curah hujan yang sedikit. Curah hujan yang tinggi pada fase pemasakan buah dapat menyebabkan daya tumbuh benih rendah. Curah hujan yang ideal selama pertumbuhan tanaman tomat berkisar antara 750-1.250 mm per tahun. Curah hujan tidak menjadi faktor penghambat dalam penangkaran benih tomat di musim kemarau jika kebutuhan air dapat dicukupi dari air irigasi, namun dalam musim yang basah tidak akan terjamin baik hasilnya. Iklim basah akan membentuk tanaman yang rimbun, tetapi bunganya berkurang, dan di daerah pegunungan akan timbul penyakit daun yang dapat membuat fatal

pertumbuhannya. Musim kemarau yang terik dengan angin kencang akan menghambat pertumbuhan bunga (mengering dan berguguran) (Agromedia, 2007).

Tanaman tomat tahan terhadap kekeringan, namun tomat tidak dapat tumbuh subur dalam keadaan yang kering tanpa pengairan. Oleh karena itu, baik di dataran tinggi maupun dataran rendah dalam musim kemarau, tomat memerlukan penyiraman atau pengairan demi kelangsungan hidup dan produksinya (Pitojo, 2005)

2.4 Cabai (*Capsicum annum* L.)

Klasifikasi tanaman cabai menurut Tindall (1983) adalah:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Sub kelas : Sympetalae

Ordo : Tubiflorae

Famili : Solanaceae

Genus : *Capsicum*

Spesies : *Capsicum annum* L.

Cabai (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu komoditi hortikultura yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia, karena selain sebagai penghasil gizi, juga sebagai bahan campuran makanan dan obat-obatan. Di Indonesia tanaman cabai mempunyai nilai ekonomi penting dan menduduki tempat kedua setelah kacang-kacangan (Rompas, 2001). Tanaman cabai termasuk ke dalam famili solanaceae. Tanaman cabai sekerabat dengan kentang (*Solanum*

tuberosum L.), terung (*Solanum melongena* L.), leunca7 (*Solanum nigrum* L.), takokak (*Solanum torvum*), dan tomat (*Lycopersiconesculentum*) (Tarigan dan Wiryanta, 2003).

Tanaman cabai memiliki batang yang dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu batang utama dan percabangan (batang skunder). Batang utama berwarna coklat hijau dengan panjang antara 20-28 cm. Percabangan berwarna hijau dengan panjang antara 5-7 cm. Daun tanaman ini terdiri dari alas tangkai, tulang dan helaian daun. Panjang tangkai daun antara 2-5 cm, berwarna hijau tua. Helaian daun bagian bawah berwarna hijau terang, sedangkan permukaan atasnya berwarna hijau tua. Daun mencapai panjang 10-15 cm, lebar 4-5 cm. Bagian ujung dan pangkal daun meruncing dengan tepi rata (Nawangsih, 2003).

2.4.1 Syarat Tumbuh Tanaman Cabai

Cabai dapat dengan mudah ditanam, baik di dataran rendah maupun tinggi. Syarat agar tanaman cabai tumbuh baik adalah tanah berhumus (subur), gembur, dan pH tanahnya antara 5-6. Cabai dikembangbiakkan dengan biji yang diambil dari buah tua atau yang berwarna merah. Biji tersebut disemaikan terlebih dahulu (Sunarjono, 2006). Temperatur yang sesuai untuk pertumbuhannya antara 16-23°C. Temperatur malam di bawah 16°C dan temperatur siang di atas 23°C menghambat pembungaan (Ashari, 2006).